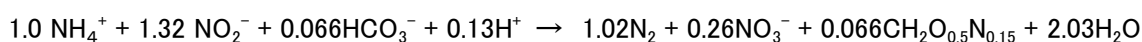


SNAP 法による $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去特性

熊本大学大学院 学生会員 波戸崎 律子
 熊本大学大学院 非会員 Pham Khac Lieu
 熊本大学工学部 正会員 古川 憲治

1. 研究背景

湖沼や閉鎖性の水域で窒素やリンなどの栄養塩濃度が高くなることにより富栄養化が頻発しており、下排水から経済的に窒素・リンを除去できる新しい処理技術の開発が望まれている。近年、脱窒リアクタ内部の窒素収支の検討をもとに、新しい窒素の代謝経路「嫌気性アンモニア酸化 (Anammox)」が報告された。これは、従来の窒素の循環系に加わる新規の窒素変換経路であり、 NH_4^+ が電子供与体、 NO_2^- が電子受容体となる自栄養の脱窒反応である。以下に Anammox の反応式を示す。



Anammox 反応を利用した窒素除去において、部分亜硝酸化が前処理として必要である。これまでの研究で、アクリル繊維性の付着担体を充填したリアクタを用い、pH, HRT, リアクタ内温度を変化させて部分亜硝酸化の効率を実験的に評価した。pH 7.5~7.7, HRT 6h, 水温 35°Cの条件で運転したとき、Anammox の前処理として最適な処理水 ($\text{NH}_4\text{-N}:\text{NO}_2\text{-N} \div 1:1$)を得ることができた。本研究では、部分亜硝酸化の長期的な安定性について検討を行った。

2. 実験装置および方法

図1に実験装置の模式図を示す。容量 8.28 L (反応部 5.43 L) のアクリル製リアクタに、アクリル繊維性の固定化付着担体 60g を型枠 (110×330mm) に伸張したものを片側 4 枚ずつ充填した。供試汚泥として、合成下水で長期間 fill and draw 法にて馴養している活性の高い全酸化処理汚泥を MLSS 約 3000mg/L の濃度で用い、曝気により旋回流を起こし固定化担体に付着させた。表1に実験に用いた培地の組成を示す。pH 7.5, HRT 6h, 水温 35°Cの条件を維持し、流入水および処理水中の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度を分析した。

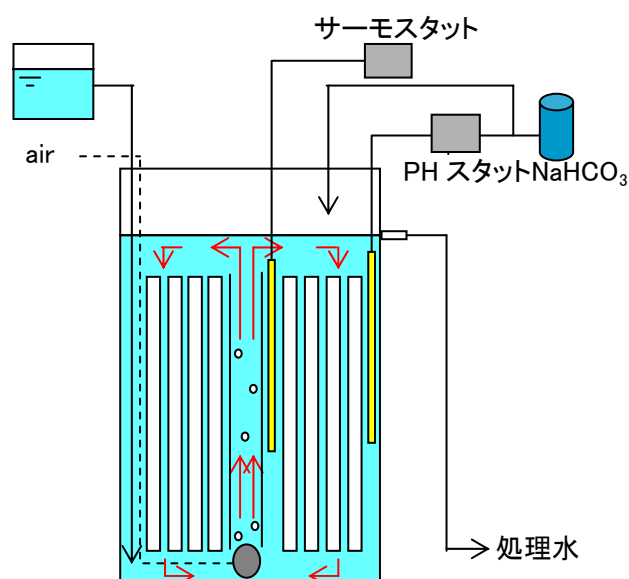


図1 実験装置の模式図

表1 培地組成

成分	濃度 (mg/L)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	472.0
KH_2PO_4	54.4
KHCO_3	125.1
$\text{Fe SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	9.0
EDTA	5.0
KCl	1.4
NaCl	1.0
CaCl_2	1.4
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1.0

pH : 7.4~7.8

$\text{NH}_4\text{-N}$: 100mg-N/L

3. 実験結果

図2に連続実験中の流入水および流出水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の経時変化を示す。実験開始より25日前後で $\text{NH}_4\text{-N}:\text{NO}_2\text{-N} \approx 1:1$ の処理水を得ることができた。その後、実験を継続していたところ、処理水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が低くなり、20~30%の窒素ロスがみられるようになった。図3に連続実験中の窒素除去率の経時変化を示す。200~220日の間、処理水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が高く、そのため窒素除去率が20%以下に低下している。これは、リアクタ内の汚泥が過剰となり、曝気による液循環を維持できなかったのが原因であると考えられる。

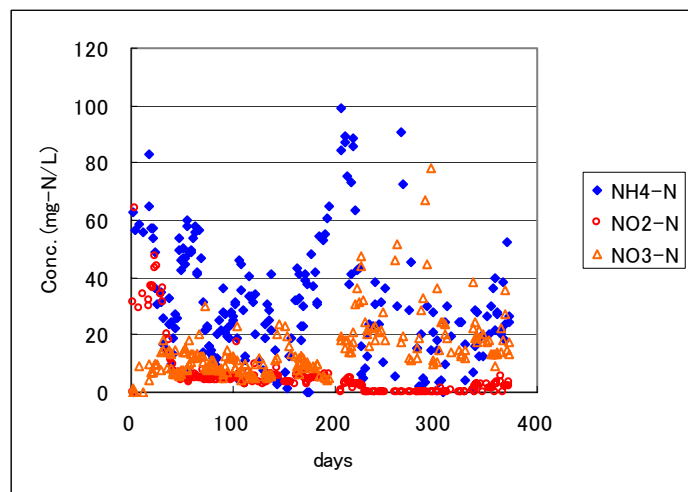


図2 処理水中の各態窒素の経時変化

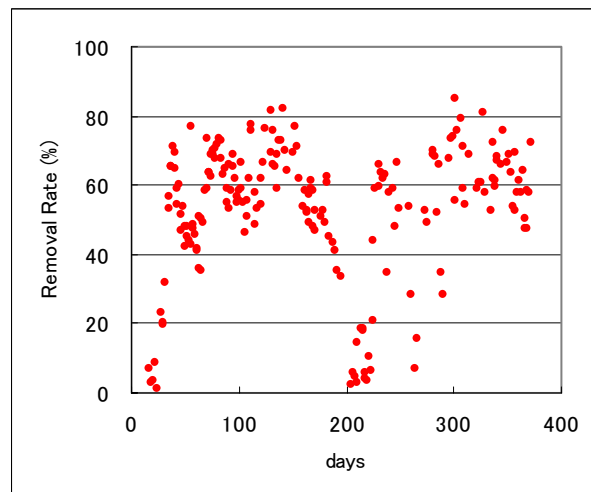


図3 窒素除去率の経時変化

※運転条件： 流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度 100mg-N/L, pH 7.5, Temp. 35°C, DO 2~3mg/L

4. 考察

Anammox 反応の特徴である $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の同時除去とそれに伴う少量の $\text{NO}_3\text{-N}$ の生成が確認されたこと、リアクタ内に Anammox 菌特有の赤い汚泥が観察されたことにより Anammox 反応による窒素除去が行われていると推測した。また、付着汚泥の菌相解析の結果、実験室で培養している KSU-1 株と相同性が 100%および 88%の 2 種類の Anammox 菌と、*Nitrosomonas sp.*および *Nitrosomonas europaea* の 2 種類のアンモニア酸化細菌の存在が確認された。絶対嫌気性である Anammox 菌が DO 2~3mg/L の条件下で生育できているのは、図4に示すように生物膜表層に存在するアンモニア酸化細菌が

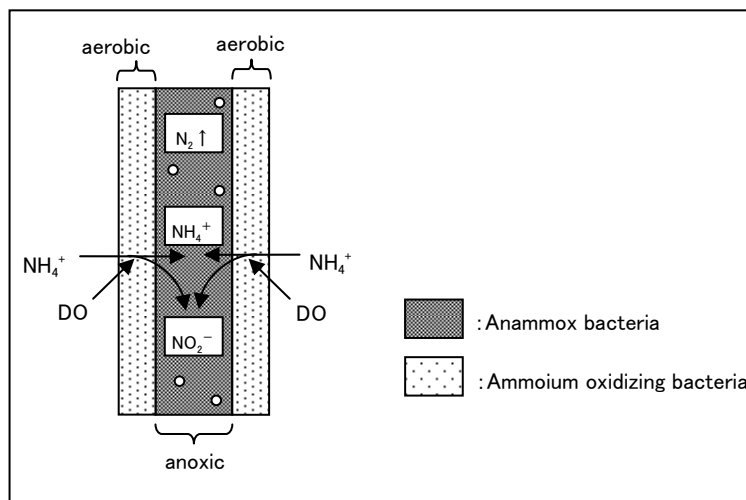


図4 SNAP 汚泥内部の概念図

DO を消費し、生物膜中層は無酸素ゾーンとなっているためである。連続実験の結果、窒素容積負荷 $0.48\text{kg-N/m}^3/\text{day}$ のとき、最大窒素除去率 82%を達成した。この処理プロセスは、1 槽で $\text{NH}_4\text{-N}$ から N_2 へと変換できる画期的な処理プロセスであり、今後の生物学的窒素除去プロセスを変化させる可能性を有している。そこで、この処理プロセスを Single Stage Nitrogen Removal using Anamnox and Partial nitritation (SNAP 法)と命名し、現在その処理特性について検討を加えている。また、SNAP リアクタの迅速立ち上げについても実験を始めている。